新制靈臺儀象志

新製靈臺儀象志序

夫古帝王憲天出治未有不以欽若敬授為兢兢也皇古以前可不論已若夫堯典置閏餘而定四時紀七政而明天度必在璿璣玉衡以齊之者誠以歷必有理與象與數

而儀器卽所在首重也夫儀也者歷之理由此得精焉歷之法由此得密焉度數之學實範圍於此而莫可外焉矣聞之古人每遇交食分至及五緯凌犯諸變異乃始靜悟於心繼必詳錄於策而猶恐

考驗之無憑也乃復法象而製爲器以其次年之所測較勘於前年之所驗者推而廣之接續成書精確不刋以貽來世使後之學者師其意而不泥其跡則凡諸歷諸數靡不可因之而有所考究焉且

曆者歷也言其歷久而常新也夫歷世愈遠則其理愈精而其爲法乃愈密然非器之有合乎法又烏從闡微抉奥使法極其密而理極其精乎且夫天距地之遠者幾何日月五星各列本天而各天有

上下層次及遠近相距一定之度列宿諸行之細微與夫七曜各有本道而諸道各有南北不同之兩極又各有本道所行各與地遠近與其行最低最高之處皆各有定期又皆各有本體一定之度分

五緯各有遲疾順逆諸行之不同亦有留而不行之定日凡此象數萬端難以測量之際要皆恃儀象而爲之準則焉故作歷者舍測候之儀而欲求歷之明效夫驗蔑由也是以稽歷者必以儀爲依據

明歷者必以儀爲記錄失推者必以儀而改正美合者必以儀而參互較歷者非儀無由而信從學歷者非儀無由而啓悟良法得之以見其長倣法對之而形其短甚哉儀象之爲用大也如康熙四年

間挺險之徒出而恣騰其邪
說以假擾乎天常數年之內
或以大統或以授時或以回
回諸家之舊歷點竄遞更茫
然無措甚之倒用儀器强天
從人乃以赤道儀測新法黃
道之所推步而歷與於是大

壞矣康熙七年戊申冬十有
二月洪惟我
皇上
乾綱獨運
離炤無私特下
明綸有歷法關係重大着議政王
貝勒大臣九卿科道掌印不掌

印官員會同確議具奏之

旨隨蒙會議

題請即奉有着圖海李霨多諾

吳格塞布顏明珠黃機郝惟納

王熙索額圖柯爾科代董安國

曹申吉王清葉木濟吳國龍李

宗孔王日高田六善徐越等公

測看之
旨越明年巳酉春正月初三日是
日立春諸公卿銜
命僉同覕測隨蒙
議政王大臣會
題疏內有奉
旨差出大臣赴觀象臺測驗立春

雨木太陰火星木星南懷仁
測驗與伊所指儀器逐款皆
符吳明烜測驗逐款皆錯南
懷仁測驗既已相符應將康
熙九年一應歷日交與南懷
仁推筭等語隨奉有南懷仁
授欽天監何官着禮部議奏

之
旨是年秋八月復蒙部議新造儀
器併安設臺基俱炤南懷仁
所指式樣奉有依議之
旨仁自受
命以來夙夜祗懼畢智竭能務求
精乎儀象之有利於用而以

密測天行貽為典則此愚分之所矢素心自盡者也雖然儀象之作葢以定永遠之明徵而使後世有以私智自用者無所騁其臆說則其事可易言也哉是何也夫諸儀有作之法有安之法有用之法

三法備而後諸法可次第舉
也況夫測天之儀貴恰肖乎
天本然之象故其造法亦必
以天象爲準但廣大莫如天
也覆冒無外輕清莫如天也
健駛難形堅固微妙莫如天
也運行終古而無虧經緯秩

然而不紊使非會通而得其全乃漫云吾以制器也則必得此而失彼挂一而漏萬竊恐廣大輕清堅固微妙之四者未有能兼備而無遺者矣說者曰儀之體制矩則合天爲易固巳然所謂矩者其徑

線長週面闊也則度數易分而分秒之微亦易見然其體鉅則勢必不能輕巧而若少用其銅亦作徑長面濶之形則又必薄弱而不適於宜矣故特舉輕重學之數法并五金堅固之理以詳其用焉然

諸儀應天道之度分南北兩
樞又列春秋二分冬夏二至
先後皆有常期黃赤二道地
平天頂子午過極過至過分
諸圈彼此相交於一點細微
之內而各道各圈之中心又
必同歸於一天體之中心而

不使其毫髮之或謬斯已也
但儀爲小天之形未免拘限
要能合符天象無所過差此
其作儀之難者一也今諸儀
已成界線布星固稱詳密矣
然又使安置無法則窺測不
靈而儀亦歸於無用矣此其

安儀之難者二也且古來皆重正南之向然或稍偏東西則何所取以爲定如勝國先所營觀象臺在當時作者以爲諸儀正對之規模萬向之標的由今察之其正面方向正南北線已多乖違何論東

西與上下左右哉蓋儀中各道各圈各極各經緯之度分在天固有相應之元道元圈元極元經緯之度分也彼此互相照應者也假有一端之不應則測候即有不合者矣然安定正對之法既得矣苟

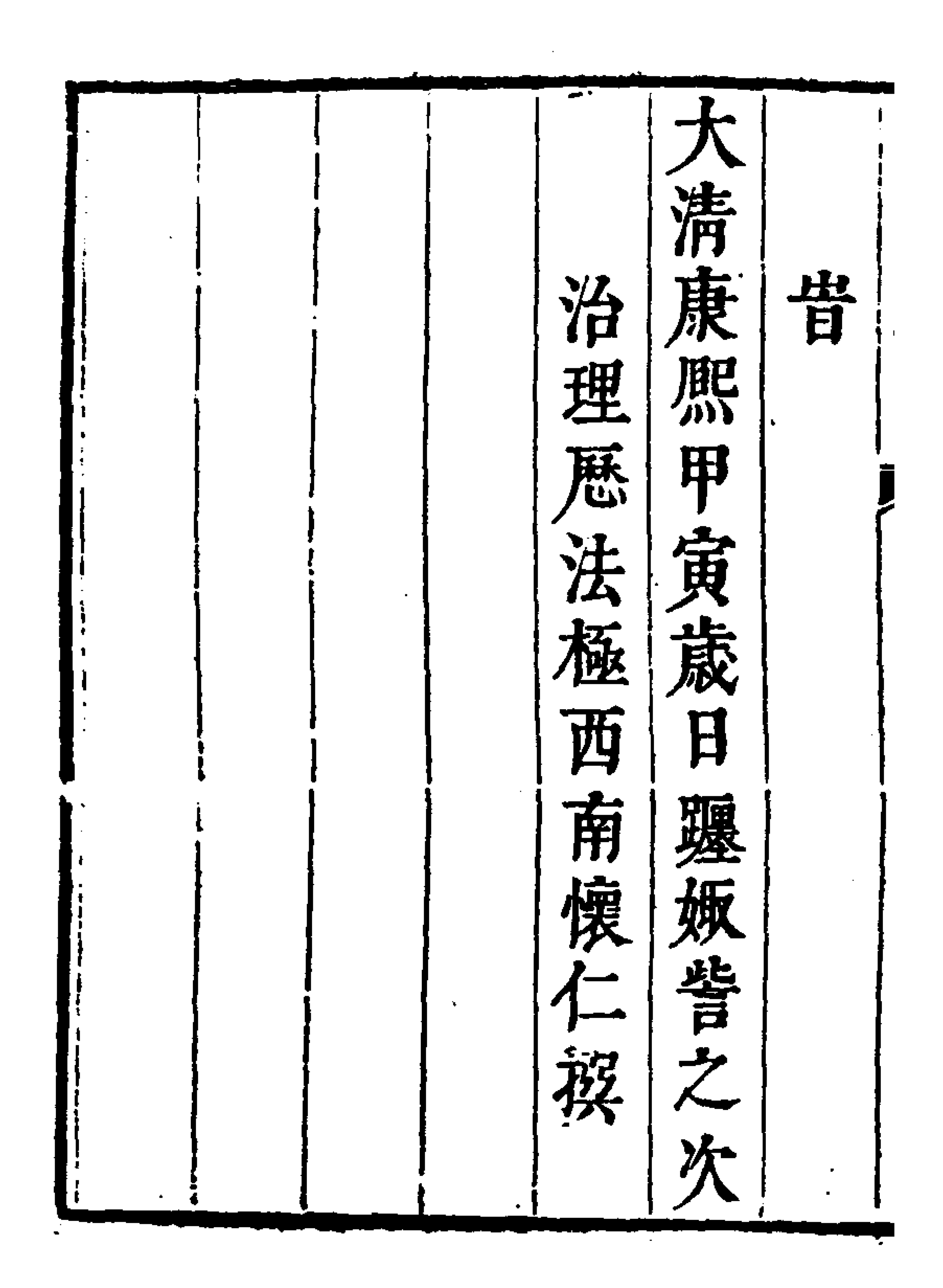
用之未能通變反誣良法有不合天者此其用儀之難者三也世更有未嘗用儀窺測妄云星緯間有錯行而不知天度有一定之理儀象爲證天之器間嘗出所撰著已辯其誣而

進呈於
黼座矣乃今之所闡者亦惟明夫
諸儀之用法以及於推測之
所施葢欲使學者由器而徵
象由象而考數由數而悟理
有所依據而盡心焉用以歷
久遠而世禆夫羲和恢恢乎

其有餘矣嗟乎自漢迄元改歷者七十餘次而創法者十有三家其間剏造儀象者指不多屈焉不可以見其難也哉仁不敏深懼歷學之不明乎世而敬於

昭代新創之諸儀逐節伸明演

爲解說精粗兼舉細大不捐
而復圖之以互相引喻總以
期乎理精法密不愧傳流以
無負
聖天子欽若敬授垂憲無窮之至
意也云爾㝷小臣敢自多其
力與謹序


旹
大淸康熙甲寅歲日躔娵訾之次
治理歷法極西南懷仁譔

欽天監治理歷法臣南懷仁謹

奏為恭際

欽造之儀象告成益幸合天之歷法有據謹按

器闡明著有書表繕塵

御覽以光

國典事竊惟古帝王之治歷所以正天運定歲功而節宣和氣為布政敷化之基誠為邦之首務也粵稽堯之命羲和也則曰欽若昊天歷象日月星辰敬授人時而舜於

受命之初在璿璣玉衡以齊七政蓋以爲治莫大於明時明時莫先於觀象觀象莫先於制器虞書之文可考也迨於後而其制蕩於秦火西漢以來改歷者七十餘次創法者十有三家而其中舉造儀象者不多槪見卽閒有所創鑄或適於一時之用而不能經遠或合於一事之宜而無當全用制器尚象若斯之難也我

大淸聿興定鼎釐歷數改正朔簡用新法命爲

時憲曆頒行天下事事脗合天行故修政

曆法先臣湯若望屢奉

世祖章皇帝恩綸褒美將所進呈曆指諸書宣付

史館新法之善於斯概可覩已然曆法雖

已久行猶未鑄有儀象於康熙四年內忽

𢆯險之徒出而撓亂成憲妄用斁法迄于

四載矯誣天常曆典大壞幸我

皇上乾綱獨運洞察臣之所推驗與天脗合者

爲是復用時憲新法續蒙部議新造儀器

併安設儀器臺基應聽工部俱照南懷仁
所指速造奉有依議之
旨欽此以部臣之庀材督造並臣之指授嘔心
以及監員之畢力供事今工已次第告竣
業將諸儀安列於觀象臺上自是諸儀叅
互並測於以順天而求合當無有弗合者
矣然歷有理有數有象有器蓋歷非明夫
理則舛而理非數則無以顯其微數非象
則無以通其變象非器則無以得其精則

今之諸儀是器也而理與數與象咸寓焉
故諸儀有作之法有用之法有安定與夫
一切運動堅固之法凡此非見諸發揮精
粗具舉則是惟臣知之而人不知豈所以
公諸天下而垂永久之意乎以故融貫舊
聞抒以心得覃精研慮縷析條分而且推
類旁通繪圖比切有說有表次為一十六
卷名曰新製靈臺儀象志要使肄業之官
生服習心體不致扞格而難操傳之後世

亦得憑是而有所考究焉此臣之所為仰

荅

皇上委畀以典歷之命而盡愚分之所當然也

洪惟我

皇上聰明天縱

聖學日新則此象數之言實有切于治歷明時

之學以之敷陳

黼座而備

乙夜之覩其於

皇上欽若授時之治未必無補
高深於萬一也謹茲繕寫編次成帙恭進
御覽抑臣更有請焉是書理數兼明圖表備載
焚然其不齊也鈔謄不易繪畫爲艱使非
版行勢難盡人而給且無以遺久仰祈
勅部鏤版一副交臣印刷以資給發官生則守
是業者皆手習一編而無闕如之憾矣至
於與事諸員皆急公勤慎克底有成伏望
我

皇上憫其微勞量加優敘以鼓後效則亦
國家勵庸激勸之典也臣從歷法起見字多
逾額如果芻蕘可採伏乞
睿鑒施行臣謹將所著書表稽首
進呈臣無任悚仄屏營之至為此具本親齎
具
奏以
聞
康熙十三年正月二十九日具奏二月初

三日奉

旨歷法天文關係大典據奏儀象告成製造精

密南懷仁殫心料理勤勞可嘉着從優議叙

具奏餘着一併議奏該部知道書圖併發

新製靈臺儀象志目錄

第一卷

第三卷

第四卷

第五卷

增定附各曜之小星黃道經緯度表

增定附各曜之小星赤道經緯度表

黃道度天漢表

赤道度天漢表

新製靈臺儀象志卷之一

治理歷法極西南懷仁著　右監副劉蘊德
春官正孫有本
秋官正徐瑚
筆受
詳受

新制六儀

夫儀者。歷法合天與不合天之明徵也。故測驗天行。儀愈多愈精。而測驗乃愈密。葢凡天上一星所歷時刻雖屢有一定之度分。然以儀相對而測之。則必與天上東西南北之各道。

有上下左右遠近之分焉。故測驗其星所躔之度分。必依各道之經緯度分而推測之。始無所戾。是則欲爲密合天行之歷法。而非有備具密合天行各道之儀。厥道無由也。如康熙己酉八年正月初三日。是日立春。內院大學士圖海李霨諸鉅公名卿。奉

旨同視測驗立春一節。於本日午正。仁測得太陽依象限儀在地平上三十三度四十二分。依紀限大儀。離天頂正南五十六度十八分。

依黃道經緯儀在黃道線正中在冬至後四十五度零六分在春分前四十四度五十四分依赤道經緯儀在冬至後四十七度三十四分在春分前四十二度二十六分在赤道南十六度二十一分依天體儀于立春度分所立直表則表對太陽而全無影依地平所立八尺零五寸表則太陽之影長一丈三尺七寸四分五厘六儀並用而參互之而立春一節皆合于預推定各儀之度分如此則歷

凡所推之節氣其合于天行無疑矣然非籍有合法之儀又何從測而得之夫所謂儀之合法者抑豈憑臆而強就之也哉要皆法其本然之象耳葢混天之體原有赤道有黃道而居乎渾天之半者曰地平經緯分焉故因其本然之象崇而效之制有三規一曰黃道經緯儀一曰赤道經緯儀一曰地平經緯儀地平儀又分為二一曰經儀一曰緯儀即象限儀便用故也凡日月五星二十八宿之行以及所躔之度分揔于此三

規而推定焉。四儀之外。又有百游之紀限儀。旋轉盡變。以對乎天。凡有或正交、或斜交于三規錯綜之行、以定諸星東西南北相離遠近之度分。不差纍黍。摠之天行七政于本圈所列之經緯。各道之宮次度分。諸星先後相連之序。與夫東西南北相距之遠近。皆從天體而見。瞭如指掌焉。故制六尺徑之天體儀。以爲諸儀之統。且此六儀。相須並用。則凡礙之于彼者。而有此以通之。則亦何求不得哉。

故欲密測以求分秒無差。則必六儀互用相參。要以製器精良。安置如式。測驗得法。而無有不合者矣。其有不合者。則即推其所以不合之端何在。而更爲釐正之。使釐正之後測復參差。則于諸儀中擇其所測之同者而用之。如此而不密合乎天行者。未之有也。使止據一儀以求盡乎天。如舊法之簡儀。是何可信其爲必然也哉。蓋舊法贵赤儀。膠柱而不運動。況止可謂赤道儀。無黄極。無緯圈。無黄

表無測黃道經緯之正法。其天頂立圈。太近于地平。其窺表不能測在地平相近之星。夫天球而既無星距。無黃道等圈。無宮次之分。其地平無度數。則器總歸于無用矣。考古圭表之法。其圭原偏而向地平。其表更偏而離天頂。又離正南北之線。故仁以勾股之法修正之。庶幾可免夫乖舛也已。

黃道經緯全儀

諸儀通用之法。已詳於前說矣。今更以諸儀所需全法而分論之。夫儀之設有諸圈。所爲相須而互用之者也。然圈少則不雜而儀清。其象更爲昭顯。而儀之用爲愈便焉。如黃道經緯全儀之圈有四。各圈之四面。分三百六十度。每一度。細分六十分。其外大圈恒定而不移者。名天元子午圈。其外徑六尺。其規面厚一寸三分。其側面寬二寸五分。此圈之內。包

括諸圈。其衡天頂之下半。加寬一寸五分。而夾入於雲座仰載之半圈。見第一圖欲其不薄弱而失圓形故耳。其圈之側面從天頂起筭。南北各去頂一象限。即爲地平線。又從地平線起筭。上下安定

京師南北兩極之高度分。於兩極各安鋼軸。而各軸之心與圈側面爲一點。側面爲下半圓而合之。加伏兎上之半圓以收之。蓋因度分之界。指線所切。窺表所及。皆在側面故也。南

北兩軸相向。左右上下。纖毫不謬。子午圈內。次有過極至圈、南北赤道兩極。各以鋼軸相貫之。兩極在規面之中心。而中心內外有鋼孔。鋼軸入鋼樞。免致鋼樞磨寬。其北鋼樞。則安于內規面。用小鉄條以貫之。而過極圈不致垂下而失圓形矣。其南鋼樞。則安于外面。不令鋼面轉磨而離於儀之中心焉。又從南北赤極起筭。各去二十三度三十一分零三十秒。定黃道極。去極九十度。橫置次三圈。名

黃道圈與過極圈相交。過極圈亦名帶黃道圈。兩交處。各陷其中以相入。令兩圈爲一體。旋轉相從。黃道交一在冬至。一在夏至。黃道圈內安次四圈。名黃道緯圈。結于黃道南北之兩極。其鋼軸鋼樞之安法。皆與帶黃道圈無異。夫子午圈內共三圈。各規面之寬約二寸五分。便于刻度分秒。其厚約一寸三分。緯圈南北兩極。各有竅面以啣圓軸。其圓徑約一寸。以爲徑表軸之兩端。有螺柱定之。若欲不用圓軸。

卽開螺柱而安徑線以代表任意用之其軸之中心立圓柱作緯表表之縱徑與黃道中線正對下與緯圈側面恒定爲直角而黃道經圈緯圈各有游表數具于各弧之上游移用之又當天頂設極細銅絲爲垂線下置垂球至下圓孔之內全儀下有雙龍于南北兩邊而承之龍之後足安置于兩交梁兩梁則以斜角相交而收斂之令其地寛裕而便于測驗又交梁之四角有四獅以頂承之而上

則有螺柱定之。
黃道圈。其一側面。分刻十二宮。每宮三十度。其一側面。分刻二十四節氣。每節十五度。內外規面宮度節氣分相應之。但規面比側面寛大便于刻度分秒。其每度之所容者。以縱横線界之而成長方形。每一方。又分六小長方。即一度分六分也。方上下横線短小。難容細分。因用其對角長線而十分之。葢規面上平行十圈線。與對角線縱横相交。每小方分

十格。六方六十格。因以六對角線十分之比例。每一度。分六十分矣。諸圈內外規面之度分。皆如此。今游表之指線。平分十分。與對角線之分。各有相當之比例。每一分。又四細分。而每一細分。當度分之十五秒。因而一分。分六十秒。一度。共有二百四十細分云。

過極至圈。內外規面從赤道線起筭。向南北之兩極。則赤道線為初度所從起。而兩極各為九十度。其兩側面之度數。則以兩極各為

初度所從起。而赤道綫為九十度焉。緯圈之度數亦然。內外規面以黃道中線為初度所從起。而南北兩黃極則為九十度焉。其兩側面之度數。則與過至圈兩側面所起之度數同也。

赤道經緯全儀

赤道儀之有三圈。外大圈者天元子午圈也。其徑線。其四面寬厚。其分劃度分之法。並堅固其下週之小半。而夾入於雲座半圈之內。皆與黃道儀之外圈同。又從圈之側面南北極定度起筭。各去九十度。定爲赤道經圈。見第二圖與子午圈相交之處。兩處各以十字直角相交。其圈之內面與外面。各陷其中以相入。令縱橫于兩內規面皆平面。則兩圈皆爲一體。

而恒定不移也。次兩圈內之赤道緯圈。管于赤道兩極。而東西游轉。橫相切于赤道之經圈也。經緯兩圈之規面。其寬各二寸五分。側面厚一寸三分。而南北兩極安定緯圈。其內外之規面上下。安以鋼軸鋼樞。諸項皆與黃道同法焉。又南北兩極。各有獸面安定于緯圈內規面之中。而獸吻嚙其圓軸。以代赤道經表軸之中心。立有圓柱以代緯表。又軸及柱之徑。各一寸一分。若欲以兩極之徑線。而

代爲經表用之。亦無不可者。緯表縱橫有兩
徑線。其縱徑與赤道圈之中線正對。其橫徑
與緯圈之側面恒平行。又赤道內之規面。并
上側面刻有二十四小時。以初正兩字別之。
每小時均分四刻。二十四小時。共九十六刻。
規面每一刻平分三長方形。每一方平分五
分。一刻共十五分。每一分以對角線之比例。
又分十二細分。則一刻共一百八十細分。每
一分。則當五秒。今游表之指線亦平分。而每

分與對角線之十二分。各有相當之比例。又各細分五秒。則一刻每分六十秒。十五分共九百秒矣。如此。而分之法可不謂微矣乎。又子午圈向東之正面。為子午線所從起。而南與北兩軸之中心。正與此面相對。以為分界。至若軸樞之半在于此面。而半在于伏兎。則兩分螺柱以定之。而并如一體焉。又赤道之上側面。于子午圈之正南交。劃有午正初刻。其內規面。劃有子正初刻。而于正北交則側

面劃有子正初刻。其內規面劃有午正初刻。其餘時刻。皆從之而定焉。且上則用緯圈。下則用表景。隨便可以測定時刻也。若夫赤道圈之外規面。分三百六十經度。從規內面卯正相對之線起筭。自西而東。隨諸天行。每一度。依上法作長方形。每一方。又另分六小方形。每一分以對角線之比例。又分十小分。即一度共六十分。今游表之指線。亦分十空之界線。而每一分空內開爲四格小空。每一格

當十五秋。則四格共六十秋也。其赤道之下側面。分象限而四之。而子午卯酉爲各象限之初度。至于緯圈四面列度分秋之法。與赤道經圈無異。蓋各面四分象限。而內與外規面之象限各度數。則從赤道線起筭。向南北兩極而止焉。其上下側面之度數則從兩極起筭。向赤道中線而止焉。又經緯圈。各有游表者四。與黃道儀正同。而全儀則下有一龍以爲座。向正南而負之。其前後兩爪安于兩

交梁。而兩梁又以斜角相交。其四角則有四獅以相負。而又各有螺柱以定之。諸類皆詳於黃道儀解內。茲不復贅。其安對之法。則以天頂之垂線爲定也。

地平經儀

地平經圈之全徑長六尺。而周弧之平面。則寬二寸五分。厚一寸二分。東西南北劃象限而四分之。每一象限則為九十度。每一度依前法六十分。度數之字。以南北界線各左右起筭。為初度之界。以東西界線為九十度之界。從東西向南起筭。北反是。夫地平圈之四面。各有一龍以頂承之。見第三圖而四龍安于十字交梁之四角。而每角加螺旋轉一具。可以準

儀而取平。又十字交梁中有立柱。與地平圈高等。其中心爲地平圈之中心。從圈之東西二方地平之圈上。又各另加一立柱。高約四尺。柱之周圍。各有一龍蜿蜒于其上。乃從柱之上端中各出其前一爪而互捧火珠。蓋珠之心爲天頂。而正對地平圈之中心。則從地平之中心至天頂有立軸。而立軸之中。開有長方孔。其中從上至下有一直線。爲立軸之長徑線。并爲天頂之垂線。過地平之中心。加

有平方尺表。如窺衡然。自橫表之兩端各出一線而過天頂。與立軸之長徑左右各作三角形。三線互相參直。其在過天頂圈之平面上。而與窺衡之指線準合。夫立軸左右旋轉。則人窺測之目及某星并過天頂三角形線參直。而窺衡之指線。指定地平之經度矣。此儀之細微。不止于地平之分法。而更在乎地平中心所出立軸之徑線。準合于天頂之垂線。毫末不離也。故依勾股法之理。先自地平

之中心。劃地平大圈。然後以立軸中天頂線爲股。以大圈半徑爲勾。而自本圈相對之四處。斜立一堅硬界方至天頂線之一點。以爲勾股之弦。若四處之弦長皆一而纖毫不差。則立軸之中線必合于天頂之垂線矣。其說詳載幾何原本第一卷第四題。又儀之輕巧。在于四方螺旋之用法。（詳于儀器安法）又在于地平方尺之橫表。葢此橫表須厚一寸而寬一寸五分。以免致于垂下。而不合乎儀之本徑也。

但既厚且寬。則必過重而難以轉動。又轉動時則沉重。而壓磨于地平上所劃度數之細分。故特用螺柱管其中心。與地平之中心。少起橫表之兩端。使之空懸于中。而不令其磨損地平之面云。

象限儀

象限儀者。葢用之以測高度者也。亦名地平緯儀。然式雖不一。惟取其有適于用焉斯得矣。見第四圖夫象限爲立運之儀。其製法。直角爲心。六尺爲半徑。用規器劃圈四分之一分。則爲九十度。每一度爲長方形。每一方又分十二小方形。而各小方之底。以對角線之比例上下五分。則一度共六十分。又對角線之五分。每以窺表指線之細分十分之。則一度共六

百分。而每一分。則當六秒也。夫所劃之度數之字。其從上起算以至下、而鐫于弧之內邊上者。即指星之在地平上若干度分也。其從下起算以至上。而鐫于弧之外邊上者。即指星之離天頂若干度分也。故八十正數與一十倒數。七十與二十。六十與三十等。俱上向下。正倒之數。俱為同線鐫識之。弧以內象限空餘之地。為區龍以充其內。而左右上下皆固已。然全儀須立軸以運之。其安立軸之法。

其要有二。其一。儀形必依權衡之理分之。即軸之周圍輕重相等。而取其運動之便。蓋儀形之中心。與其重心不同故也。其一。須立軸之中線。與儀之立邊平行。以免致離于天頂之垂線也。又于儀之縱橫兩邊相遇之處。即過天頂圈之中心。定有圓柱爲表。加窺衡。而衡之下端。依法另加長方孔之表。與上表相等相對。其指線于弧之正面指定所測之度分。任意上下進退之。而于弧之背面用螺柱

以定之。若用象限全圈之徑以爲衡。而衡之兩端立圓柱以爲表。則可得負圈之角。而倍加度數之細分也。蓋此二度相併歸于一度。而此一度共有一千二百分焉。立運儀左右有兩立柱。其兩柱之上有雲弧下橫一梁相連如樓閣然。又立軸之兩邊有雙龍扶拱以爲座架立軸之兩端加以鋼樞上下各以鋼孔受之。其在下橫梁中有銅環以承立軸樞環之徑四倍于樞之徑。環之三面各加螺柱

横入于環。出入展縮。以進退樞。令就合于垂線也。座架四傍上下。無所障礙。窺測者從立軸以左右旋轉。甚便周視也。

紀限儀

紀限儀之全圈則六分之一。即六十度之弧也。亦名距度儀。全儀分之爲三。一幹。一弧。見第五圖幹之長。與弧之半徑及弧之通弦皆相等。即皆六尺也。弧之寬二寸五分。此儀之難製。在于其幹何也。葢用儀之時。其幹大概離天頂。而左右上下移動之衡斜向地平。故幹愈長愈軟而愈垂下。不合于儀之半徑。欲令堅固。恐銅加厚而儀不便于用。故用三稜角形之

法。而左右上下之。既堅固。亦復輕巧。則用以合天。使之彼此不相反也。幹之上端有小衡。以十字直角相交于弧之半徑線。下端入弧之中。夫幹及弧併小衡之上面。皆在一平面。令儀合于本圈。而便測驗故耳。又左右皆有糾雲。彼此相連。蓋藉之以堅固全儀者也。

夫儀之中心。及小衡左右之兩端。各定有一表。皆圓柱。左右各表之徑線。相距中幹之徑線。本弧之十度。弧之度分。從其中線起算。左

右各三十度每度則六十分每一分又十細分則一度共六百細分而每細分則當六杪盖與象限儀之分法無殊也其弧上有游表者三其表之平面有三界綫長孔孔內之方形依本法與圓柱表相等焉夫儀之全體則用權衡之理以定之盖取其重心以爲儀心耳至如儀之座架有兩端一爲三運之樞軸一爲承儀之臺夫三運之器加于儀之背面定于儀之重心以左之右之高之下之平之

側之。無所施而不可。故又名百游之紀限儀焉。其三運之器。所以成之者有三。其一圓管。內有圓軸橫入之。便于高下運用也。其一半周圈。其中心與橫軸之中心正同。便于平側運用也。其一立軸。則便于左右運用焉。以圓管定于儀之重心。而半周圈與橫軸之心并立軸之上端。有小圓桯以為平側運之軸。而立軸所容半周之處。則內有山口以容之。外有螺柱以定之。此輕小之儀之最便法也。今

制紀限儀甚重大。側運之則必下垂。而螺柱恐難以定。故于半周弧外規加齒。而立軸考則加小輪。其徑約二寸。其圓面稜齒與半周齒相入。又小輪同軸。而另加全輪。其全徑與小輪之徑。如五與一。與半周之徑。如一與二。蓋依舉重學之理轉運之。而輕五倍也。用此法。則全儀不勞力而可側運矣。定之則于立軸下端。深入臺上端之圓孔。因儀左右旋轉而窺測之目。可無所不至矣。臺約高四大。其

庇約寬三尺。從下至上。有游龍蜿蜒以繞之
而紀限儀之制。于斯全焉。

天體儀

諸儀之中其最象乎渾天而為用甚大者莫天體儀若也蓋天體儀乃渾天之全象而其為用則又諸儀之用之所統宗也然諸儀中最為難制者亦莫若天體儀為夫兼肖乎天形且便于用之為難也其難于兼肖天形者難以取圓故也其難便于用者難于周圍均輕而無偏重故也其取圓則以子午圈或地平圈為準先應分子午圈劃為四象限見第六圖次

定兩相對之界。以爲南北二極。每一象限則分爲九十度。而兩極各爲九十度之界。子午圈。則以兩面度。及字。彼此準對。每一度。以對角線之比例。而另以六十細分。又每一分。更細而四分之。而每四分之一。則當十五秒也則以游表識之焉。又子午立圈。以向東之規面爲正面。而儀之中心。乃正對于斯。其南北兩極。各作圓半孔。以受儀之半軸。其他半以伏兜圓半孔受之。兩半圓相合。以螺旋轉定

之。而兩極上下。以圓鋼樞而受儀之全軸焉。
夫欲儀之旋轉齊圓。而畢肖乎天之形體。則必以子午圈內規面之齊圓爲準也。欲其均輕而便于用者。則又必以權衡之理爲準也。
蓋權衡之爲義。本乎天行之平耳。夫惟渾天之恒平行。是以左右上下。無或有輕重之偏焉。而天體儀之所爲最象乎渾天者。大端正在于此。輕重學有云。平衡之衆。其心在中。其兩端加重各等。一端扶之以手。手離自不動

矣。則天體儀亦然。任意旋轉手。離則儀不動矣。其圓形之心及徑。與垂之心及徑。同在一所故也。安儀于子午圈之中。行令其輕。而形令其圓。其象天也如此。此制器尚象之爲第一義也。次之令其準合于地平圈。地平圈其座架約高四尺七寸。而座之上下有兩圈。上圈爲地平之面。寬八寸。于子午正對處各闕其口。深與子午圈側面寬與其規面相等。務以恰容子午圈。不寬而亦不隘。爲當其可焉。

至兩圈內規面平合。而左右上下環抱乎儀周圍則須留五分之䙴。爲便于安高弧。而進退游表。隨用規器。於地平上面。多作平行圈線。以別度與字之間處。必于劃度處展之。于劃字處縮之。便以長方對角之線細分宮度。地平之上面。共分內外中三層。內層劃有地平經度。分四象限。而各爲九十度。其經度之上下。則劃有度數字。平距圈線內外界之上所刻字。以正南正北各爲初度。以正東正西

各爲九十度界。下所刻字反是。以爲測驗時便于用故耳。內層則以周渠爲限界。渠之深寬相等。即五分內。扺容高弧之足。即地平經度表也。自周渠以外。則地平中層矣。其上下平距圈綫者。即限界

京師地平日晷時刻也。每一時分八刻。而每一刻則。十五分。午正初刻。即自子午圈正面南邊交地平而起。子正初刻。相對于兩圈北邊相交處。日晷源表者。即天體過南北之軸也。

但本軸在儀體之中不見故儀面上過南北兩極不拘何圈俱可以代表也地平面上其外層圈線者卽分定三十二方之線也此外圈亦分四象限各有八方之線亦名風線蓋地平周圍從三十二方風之有名者而起凡定方向及細心觀候天象者必應分別之夫地平及子午兩圈因在天體面之外係外圈此兩圈全備如此則儀面上之諸圈可定以為內圈前南北兩極當其中而劃赤道圈以

四象限分之。今各象界線。與子午卯酉四正正對。次則另用規器。而以各象限初度爲心以末度爲界。劃四半圈。正對各兩半。相遇于南北兩極。而成兩全圈。其一定春秋二分。名爲過極分圈。一定冬夏二至。名爲過極至圈。二分在黃赤二道相交之界。二至爲黃道緯南緯北至遠二界。即二十三度三十一分三十秒也。故過極至圈上。自赤道緯北之二十三度三十一分三十秒爲界。而以一象限末

度爲心。即黃道極用規器作圈而定黃道以二分二至四象限分之每象限則三宫每宫則三十度而每度依對角線之比例分六十分此爲黃道之經度也至于赤道則自西而東分三百六十度以春分界爲初度此赤道經度也兩道緯度依過分過至兩圈而定焉次又以赤道南北二極爲心相距三十九度五十五分爲界而用規器作

京師恒見界圈又以黃道南北二極爲心而黃

道南北各作兩圈。兩圈互相距三十度。各圈所分之宮度數。與黃道圈之宮度數相對。次于黃赤二極。及于天頂。卽地平之極。加匾圈四分之一。以定黃赤及地平各圈之緯度。總命之曰緯弧。以九十度分之。每一度依對角線之比例。以六十細分之。故緯弧之寬以對角線之長方形。及所刻度數字爲定則。其劃度分。從下而上。卽從黃赤地平各圈之經度。界定初度而起。緯弧各有橫表上下任意轉

移之以定緯度之分。黃赤二道之緯弧上端有圓孔以安之。于本極下端有一圜弧。以十字直角形橫交之。以脗合于本道之經度綫焉。蓋緯弧必以直角交本道之經圈。橫條之長約緯弧之二十度。其寬與緯弧等。若地平之緯弧。亦名高弧另有製法。蓋高弧及天頂。悉依北極出地度安置。故子午圈上。抱合天頂。另有游表。中開一長方口。以入子午圈。下出小螺杆。安貫高弧上端不脫。表正面另有螺旋

轉。可以任游移而定之于天頂。高弧下端。則另有表。如平足與地平上面平行。足底有如突起之形。入地平上周渠。如坳入之形。而以直角交地平經圈。以定其度分也。其黃赤二道經緯之度全傳如此。則二十八宿星座等天象有定位矣。有次第矣。夫星宿依黃赤等各道之經緯度布刻儀面之上。以本象線聯之以大小六等印記別識之。以黃道十二宮次界線。各于本宮次搃歸之。蓋黃道每一宮

界爲心。相去三宮爲界。用規器作過黃極各大圈。凡天上諸星諸點在一宮兩界線中者。即命其在某宮之度分也。從來歷家造星球。星圖星表。必以測驗爲據。而定其經緯。測驗愈久愈密。古人但以目之所見畧定星象。以東西南北揔別之。後代歸之于黃赤兩道之宮次。又後歸之于宮度。今世猶爲加密而定其經緯度分秒矣。葢歷年愈久。則測驗愈合也。夫先代如元明之儀。頗爲粗畧。用以測天。

往往不能定諸星經緯之細微。今新制之赤儀。則渾天大小諸星。俱可攷測而定。此近古所未有也。仁照現在之星表星圖新儀而上普列一天之星。過此以往。以六儀互用而攷測之。則于數年攷測之後。而更加精詳矣。夫星球最爲合天象之儀。星宿列其上。與列在天者無異。則一舉目而識之矣。若舊法之圖。星球所布列星。天上所無者。或不分別其大小之等第。則儀殊不象于天而觀天者之目。

及混亂而失據矣。如星球上。凡有稀點𡘋者。如天漢積尸氣。傳說牛宿第四第八星等。皆係合微小之星。止用遠鏡窺測。可分別之。舊法疑其非星。因稱爲氣耳。又子午圈外規面上。安有時圈。其全徑二尺。以北極爲心。其上側面。分二十四小時。每時四刻。共九十六刻。每刻十五分。每一分以對角線之比例。又以六分之。則每一分當十秒也。其指時刻之表。以螺柱定于北極樞。因能隨天體而轉。又能

隨本螺柱左右自轉。以便對于各時刻分。前代如元明以來。所造星球。止可于一地北極之高度用之。今此一天體儀。可通用以測普天之下之天象也。葢子午圈下。刻有銅象限弧。其寛二寸五分。厚一寸。釘于子午圈之西側面。其外規面有齒。規齒底之下。另有長齒之小輪。下齒與上齒相入。小輪之同軸。另有大輪。其外規面之齒。與柄軸上小輪之齒相入。而大輪與柄軸小輪之比例。爲四分之一

焉。故兩輪互相爲用。一人左右轉柄軸。則天體隨之進退。其北極任上下於地平圈。而依各省之本度也。夫地平圈切用之處在于平分天體之兩半。而天體左右。不拘何以旋轉。而其屑面上所劃在黃赤等大圈者。半必在地平之上。半必在地平之下。而分秒無差。故其承儀之座架。南北二方。有二螺旋轉以便用。任天體上下於地平若干之度分。無不可以對照焉。外此著有黃赤二道南北兩總星

圖并簡平規總星圖解葢互相發也

儀之所爲合天者。端在于分之法。與窺之法也。

蓋分之務極于細。又務極于均。窺之務極于

審。又務極于確。此二者。造儀之大要也。分法

詳見後篇。今就諸儀通用之窺法而言之。蓋

窺法所用之具。則不離乎窺衡與窺表而已。

夫窺衡。卽古之窺管窺簫之類是也。有指線

有度指。見十二圖指線者何。衡中指儀之經線也。

度指者何。衡之杪。而卽指儀之弧上之線。以

窺表

指定度分者也。蓋儀之中心。當天之中心。儀之經線。當天之經線。凡測天之法。必從天之中心。以天之經線。爲窺目之視線。指定夫在天之度分也。窺表者。窺衡兩端直立之表也。有上有下。下表於窺目近。而上表則於窺目遠也。凡過儀之中心圓柱。或兩極相連之圓軸。或儀之經線。皆可代上表。下表有方形。有圓形。有恒定表。有轉表。有游表。凡兩表須相等。相向。而其上下左右之窺線。須與儀之指

線互相平行。盖平行。則各以相等角。交儀之經線角等。則度分亦等。而無所差忒矣。

地平儀之用法

測日或測星。須于地平圈內旋轉中心表。向于本點。凡謂點者。則日月之中心。某星之所在也。而令橫表上所立勾股形之兩線正對之。蓋勾股兩線。如股與弦。或勾與弦。并人目本星。四者相參直。則橫表之度指所在。即本星地平之經度分也。或從東西。或從南北起而數之皆可。若當日光照灼。難用目視。則于白紙上。以勾股形兩線相參直之影為準。若日色淡時。則可用目視

之。然人之目與太陽正對。亦必射目。須用五彩玻璃鏡以窺之。其餘儀器測太陽皆用之。若夜間測星。不拘何器。必以兩籠炬之光。照近遠兩線兩表。所謂近遠者。即于測星之目為近遠也。其炬光須對照表。而不可以對照測星之目。試將籠炬糊其半。而不使之透明于其後。則人在籠炬之後。于隱暗之地。而目所見。凡光照之物。更為明顯也。

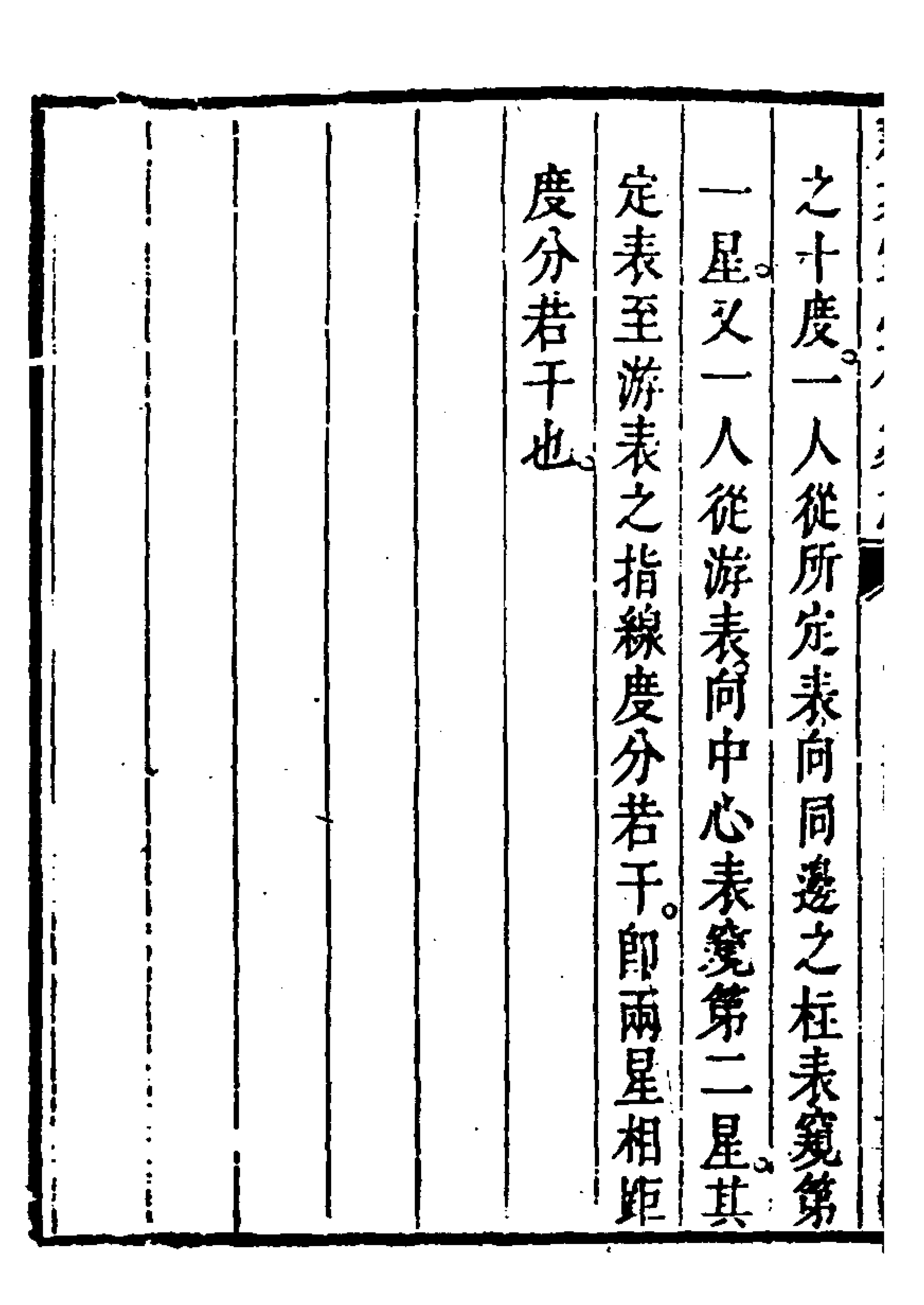
象限儀之用法

象限儀者。地平之緯儀也。凡測日或星。轉儀向天。低昂窺衡。以取叅直。即得地平之高緯度。凡轉動儀時。若其背面之垂線。或有不對于原定之處。則其偏內或偏外若干分秒。必須與其所測得之緯度。或加或減分秒若干。蓋儀偏于內則用減。偏于外則用加也。夫地平而分爲經緯兩儀者。以便于用而窺測爲準故也。其便于用者。蓋謂兩人同時分測。乃并

向于一點。以轉動而互用之。則赤道經緯度可推也。並夫日月五星之視差。地半徑差。清蒙氣差等。無不可推也。

紀限儀之用法

紀限儀者原以測星相距之器也。其測法先定所測之二星爲何星。乃順其正斜之勢以儀面對之。而扶之以滑車。一人從衡端之耳表。窺中心柱表。及第一星。務令目與表與星相參直。又一人從游耳表向中心柱表窺第二星。法亦如之。次視兩耳表間。弧上之距度分。即兩星之距度分也。若兩星相距太近難容兩人並測。則另加定耳表于中線。或左或右


之十度。一人從所定表向同邊之柱表窺第一星。又一人從游表向中心表窺第二星。其定表至游表之指線度分若干。即兩星相距度分若干也。

赤道儀之用法

用赤道儀可以測時刻亦可以測經緯度分若測時刻則赤道經圈上用時刻游表即遊光耳而對之于南北軸表旛經圈內游表所指即本時刻分秒也若經度用兩遊光耳即兩徑表在赤道經圈上一定一游一人從定耳窺南北軸表與第一星相參測之第一星者即先所得之某星經緯度也蓋測星赤黃二道之度必以顯推隱顯者爲先得之某星隱者爲今所求先得之初星必用日月太白遞求之法見恒星曆指一人以游耳轉

移遷就。而窺本軸表。與第二星相參直。如兩
耳間于經圈外之度分。即兩星之經度差也。
用加減法。即得其星之經度矣。緯度亦。以通
光耳于緯圈上轉移而遷就焉。若測向北之
緯度。即設耳于赤道之南。測向南之緯度。即
設耳于赤道之北。務欲其準與夫在本軸中
心小表令目與表與所測之星相參直。次覷
本耳下緯圈之度分在赤道之或南或北若
干度分。即本星之距赤道南北之度分也。若

本星在赤道密近難以軸中心表對之。則用負圈角表定于緯圈之第十度上在赤道或南或北。次以通光游表對之。葢游表距相對之十度若干度分之數。則減其半。即爲其星之緯度分也。

黄道儀之用法

欲求某星之黄道經緯度。須一人于黄道圈上。查先所得某星之黄道經緯度分。見赤道儀用法其上加游表。而過南北軸中柱表對星定儀。又一人用游表于緯圈上過柱表對所測之星。游移取直。則緯圈上游表之指線定某星之緯度。又定儀。查黄道圈兩表相距之度分。即某星之經度差。若本星在黄道密近。難以軸中心表對之。則用負圈角表。而測其緯度。其

法與測赤道緯法同。若夫天體儀之用法。詳見新法曆書。渾天儀說中。